

509, 437

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Oktober 2003 (09.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/083511 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01S 17/58**,
17/93

[DE/DE]; Erlenstrasse 7, 85092 Kösching (DE). NAS-
TASIE, Alexander [DE/DE]; Leharstrasse. 32, 85057
Ingolstadt (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00543

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Februar 2003 (21.02.2003)

(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTI TEMIC MICRO-
ELECTRONIC GMBH; Patente & Lizenzen, Sieboldstr.
19, 90411 Nürnberg (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:
102 13 901.6 28. März 2002 (28.03.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH
[DE/DE]; Sieboldstraße 19, 90411 Nürnberg (DE).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

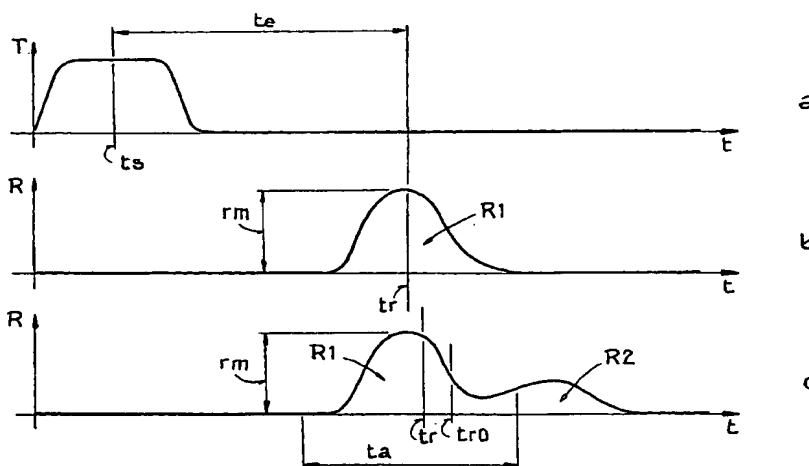
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BEUSCHEL, Michael

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE RELATIVE SPEED OF AN OBJECT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR MESSUNG DER RELATIVGESCHWINDIGKEIT EINES OBJEKTS__



(57) Abstract: The invention relates to a method for measuring object separation of objects which are increasingly applied in ob-
stacle warning systems for motor vehicles, in order to warn the drivers of motor vehicles of sources of danger on the highway. It
would be advantageous in such a system to also take account of the relative speed of the object approaching the vehicle. The aim
of the invention is to provide a method for determining the relative speed of an object in a simple manner and provide precise mea-
surements. Said aim is achieved, whereby in the novel measuring method the object separation is determined in a cyclical manner
after expiry of a given cycle period. The number of cycles in which the object separation changes is determined, such that a given
separation band is completely traversed. The relative speed of the object is then calculated from the difference between the object
separation determined before entering said separation band and the object separation determined after exiting said separation band
and from the determined number of cycles. Applicable to pre-crash sensing.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/083511 A1



(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Messung des Objektabstands von Objekten werden verstärkt in Hinderniswarnsystemen für Kraftfahrzeuge eingesetzt, um die Fahrer der Kraftfahrzeuge vor Gefahrenquellen auf der Fahrbahn zu warnen. Es wäre sinnvoll, in einem derartigen System auch die Relativgeschwindigkeit der sich dem Kraftfahrzeug nähernden Objekte zu berücksichtigen. Das neue Verfahren soll die Ermittlung der Relativgeschwindigkeit eines Objekts auf einfache Weise ermöglichen und genaue Meßergebnisse liefern. Beim neuen Meßverfahren wird der Objektabstand zyklisch jeweils nach Ablauf einer vorgegebenen Zyklusperiode ermittelt. Ferner wird die Anzahl der Zyklen ermittelt, innerhalb derer der Objektabstand sich soweit ändert, daß ein vorgegebenes Abstandsband vollständig durchlaufen wird. Die Relativgeschwindigkeit des Objekts wird dann aus der Differenz zwischen dem vor dem Eintritt in das Abstandsband ermittelten Objektabstand und dem nach dem Austritt aus dem Abstandsband ermittelten Objektabstand und aus der ermittelten Anzahl von Zyklen berechnet. Pre-Crash-Sensierung

Beschreibung

Verfahren zur Messung der Relativgeschwindigkeit eines Objekts

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Relativgeschwindigkeit eines Objekts gemäß Patentanspruch 1.

Verfahren zur Ermittlung von Objektabständen werden verstärkt in Hinderniswarnsystemen für Kraftfahrzeuge eingesetzt, um die Fahrer der Kraftfahrzeuge vor Gefahrenquellen auf der Fahrbahn zu warnen. Aus der DE 41 15 747 C2 ist beispielsweise ein Verfahren zur Hinderniserkennung bekannt, bei dem ein Beobachtungsraum vor einem Fahrzeug mit einer Laserquelle wiederholt abgetastet wird, um aus der Signallaufzeit des von der Laserquelle ausgesendeten und an einem Objekt reflektierten Lichts den Objektabstand zu berechnen und den Fahrer in Abhängigkeit des ermittelten Objektabstands durch akustische oder optische Signale vor einer möglichen Kollision mit dem Objekt zu warnen.

Es wäre sinnvoll, bei der Abschätzung der Kollisionswahrscheinlichkeit auch die Geschwindigkeit der sich dem Fahrzeug nähernden Objekte zu ermitteln. Diese ließe sich zwar durch eine Differentiation des zeitlichen Verlaufs des Objektabstands ermitteln, das Ergebnis wäre aber aufgrund des durch die Differentiation verstärkten Rauschens ungenau. Das Signal-Rausch-Verhältnis des Meßergebnisses könnte zwar durch eine Filterung unterdrückt werden, die Filterung hätte aber eine unerwünschte Zeitverzögerung bei der Bereitstellung des Meßergebnisses zur Folge. Weiterhin wäre es denkbar, das Signal-Rausch-Verhältnis durch Erhöhung der Strahlungsleistung der Laserquelle zu verbessern, eine Erhöhung der Strahlungsleistung ist aber nicht erwünscht, weil dies bei Personen oder Tieren, die in Richtung der Laserquelle blicken könnten, zu einer Augenschädigung führen könnte.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ermittlung der Relativgeschwindigkeit eines Objekts anzugeben, das mit geringem Aufwand durchführbar ist und genaue Meßergebnisse liefert.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wird der Objektabstand eines Objekts bezüglich eines Referenzorts wiederholt in aufeinanderfolgenden Zyklen jeweils nach Ablauf einer vorgegebenen Zyklusperiode ermittelt. Des weiteren wird die Anzahl der Zyklen ermittelt, innerhalb derer der Objektabstand soweit abnimmt oder soweit zunimmt, daß ein vorgegebenes Abstandsband vollständig durchlaufen wird. Das heißt, es werden, wenn es um die Ermittlung der Geschwindigkeit eines sich dem Referenzort nähernden Objekts geht, die Zyklen gezählt, innerhalb derer der Objektabstand sich von einem oberhalb eines oberen Abstandsschwellwerts liegenden oberen Objektabstandswert bis zu einem unterhalb eines unteren Abstandsschwellwerts liegenden unteren Objektabstandswert verringert. Geht es hingegen um die Ermittlung der Geschwindigkeit eines sich vom Referenzort entfernenden Objekts, werden die Zyklen gezählt, innerhalb derer der Objektabstand sich von einem unterhalb eines unteren Abstandsschwellwerts liegenden unteren Objektabstandswert bis zu einem oberhalb eines oberen Abstandsschwellwerts liegenden oberen Objektabstandswert erhöht. Die Relativgeschwindigkeit des Objekts wird dann aus der Differenz zwischen dem vor dem Eintritt in das Abstandsband ermittelten Objektabstand und dem nach dem Austritt aus dem Abstandsband ermittelten Objektabstand, d. h. aus der Differenz zwischen dem oberen und unteren Objektabstandswert, und aus der ermittelten Anzahl der Zyklen berechnet.

Vorzugsweise wird vor der Berechnung der Geschwindigkeit eine Plausibilitätsprüfung vorgenommen, indem geprüft wird, ob der in einem Zyklus ermittelte Objektabstand sich von dem im vorangehenden Zyklus ermittelten Objektabstand um mehr als um einen vorgegebenen Schwellwert unterscheidet. Trifft dies in einer bestimmten Anzahl von aufeinanderfolgenden Zyklen zu, werden die ermittelten Objektabstandswerte als nicht plausibel angesehen und die Geschwindigkeitsmessung wird unterbrochen und von neuem gestartet.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Objektabstand durch Messung der Impulslaufzeit eines vom Referenzort in einen Meßraum ausgesendeten und aus dem Meßraum zum Referenzort zurückreflektierten Lichtimpulses ermittelt.

Hierbei wird der die Impulslaufzeit bestimmende Empfangszeitpunkt des zurückreflektierten Lichtimpulses vorzugsweise dadurch ermittelt, daß der zurückreflektierte Lichtimpuls zur Erzeugung eines Empfangssignals detektiert wird und daß der Zeitpunkt ermittelt wird, der dem Schwerpunkt des Empfangssignals entspricht.

Das Empfangssignal wird hierzu vorzugsweise lediglich in einem begrenzten Zeitbereich ausgewertet. Der Zeitbereich wird dabei derart gewählt, daß das Maximum des Empfangssignals in diesem Zeitbereich, beispielsweise in dessen Mitte, liegt.

Vorzugsweise wird der Empfangszeitpunkt der zurückreflektierten Lichtimpulses lediglich dann ermittelt, wenn das Maximum des Empfangssignals oberhalb eines vorgegebenen Rauschpegels liegt.

Vorteilhafterweise wird des weiteren eine Rauschkompensation vorgenommen, indem das Empfangssignal um einen vorgegebenen Rauschanteil reduziert wird, und/oder eine Temperaturkompensation vorgenommen, um temperaturabhängige Störbeiträge aus der Impulslaufzeit zu kompensieren.

Vorzugsweise werden Lichtimpulse in unterschiedliche jeweils einen Kanal darstellende Raumabschnitte des Meßraums ausgesendet und die zurückreflektierten Lichtimpulse kanalbezogen ausgewertet. Damit ist es möglich, neben den ermittelten Relativgeschwindigkeitswerten über deren Zuordnung zu jeweils einem der Kanäle auch eine Ortsinformation über die sich im Meßraum befindenden Objekte zu gewinnen.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich bestens für den Einsatz in einem Insassenrückhaltesystem für Kraftfahrzeuge. Bei einem derartigen Anwendungsfall dient das erfindungsgemäße Verfahren der Pre-Crash-Sensierung, d. h. der Erkennung der Gefahr einer drohenden Kollision des Kraftfahrzeugs mit einem sich dem Kraftfahrzeug nähernden Objekt. Wird eine derartige Gefahr erkannt, lassen sich

Auslösekriterien für Rückhaltemittel, beispielsweise für einen Airbag, geeignet an ein mögliches Unfallszenario anpassen. Dies hat eine gezieltere Auslösung der Rückhaltemittel und somit eine Erhöhung der bezweckten Schutzwirkung für die Fahrzeuginsassen zur Folge.

Die Berechnung der Geschwindigkeit auf der Grundlage der Zeit, innerhalb derer der Objektabstand soweit abnimmt, daß das durch die Abstandsschwellwerte definierte Abstandsband vollständig durchlaufen wird, erweist sich hierbei als besonders vorteilhaft, da das Abstandsband derart definierbar ist, daß lediglich Lichtimpulse ausgewertet werden, die in dem für die Pre-Crash-Sensierung wichtigen Nahbereich reflektiert werden. Die Geschwindigkeit eines Objekts wird somit zum richtigen Zeitpunkt gemessen, d. h. dann wenn das Objekt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Gefahr für das Kraftfahrzeug darstellen könnte. Zudem weisen die im Nahbereich reflektierten Lichtimpulse eine höhere Amplitude und damit ein günstigeres Signal-Rausch-Verhältnis auf als die im Fernbereich reflektierten Lichtimpulse. Dies hat zur Folge, daß auch die Auswertung der im Nahbereich reflektierten Lichtimpulse zu genaueren Objektabstandswerten und damit auch zu genaueren Geschwindigkeitswerten führt als die Auswertung der im Fernbereich reflektierten Lichtimpulse.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1a-1c Impulsdiagramme eines Sendesignals und eines Empfangssignals,

Figur 2 ein Beispiel für den zeitlichen Verlauf von Objektabstandswerten eines sich dem Referenzort nähernden Objekts,

Figur 3a-3c ein Flußdiagramm zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Objekts.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird in einem Insassenrückhaltesystem für Kraftfahrzeuge zur Pre-Crash-Sensierung eingesetzt. Die Wahrscheinlichkeit einer drohenden Kollision wird dabei durch Detektion von Objekten, die sich innerhalb eines Meßraums vor dem Kraftfahrzeug befinden, und durch Ermittlung der Geschwindigkeit von sich ggf. dem Kraftfahrzeug nähernden Objekten abgeschätzt. Die Objekte werden durch Aussenden von Lichtimpulsen und Detektion der an den Objekten zurückreflektierten Lichtimpulse detektiert, wobei die Lichtimpulse vorteilhafterwei-

se sequentiell in unterschiedliche jeweils einen Kanal darstellende Raumabschnitte des Meßraums ausgesendet und kanalbezogen detektiert werden, um neben der Abstandsinformation auch eine Information über den Ortsbereich des den jeweiligen Lichtimpuls reflektierenden Objekts zur gewinnen. Aus den Echozeiten, d. h. den Impulslaufzeiten der ausgesendeten und reflektierten Lichtimpulse werden dann Objektabstände und aus der zeitlichen Änderung der Objektabstände die Geschwindigkeiten der Objekte ermittelt.

Die Messung der Impulslaufzeit eines Lichtimpulses wird nachfolgend anhand der Figuren 1a bis 1c näher beschrieben.

Die Figur 1a zeigt den zeitlichen Verlauf eines impulsförmigen Sendesignals T, das einer sich am Kraftfahrzeug - dem Referenzort - befindenden Strahlungsquelle zugeführt wird. Der Sendezeitpunkt t_s wird durch eine Steuereinheit vorgegeben und ist daher bekannt. Die Strahlungsquelle sendet in Antwort auf das Sendesignal T einen Lichtimpuls beispielsweise in Form eines gebündelten oder sich aufweitenden Infrarotlaserstrahls aus. Trifft dieser Lichtimpuls auf ein Objekt, wird er zum Teil zum Kraftfahrzeug zurückreflektiert und dort von einer Detektoranordnung detektiert.

Figur 1b zeigt ein Empfangssignal R, das von der einen Photodetektor umfassenden Detektoranordnung durch Detektion des zurückreflektierten Lichtimpulses erzeugt wird. Die Detektion kann dabei auch Signalverarbeitungsschritte umfassen, insbesondere eine Verstärkung, Bandbegrenzung und Störlichtkompensation.

Das Empfangssignal R weist einen Impuls R1 auf, dessen Mitte den Empfangszeitpunkt t_r des reflektierten Lichtimpulses markiert.

Der zeitliche Abstand zwischen dem Sendezeitpunkt t_s und dem Empfangszeitpunkt t_r stellt die zu messende Impulslaufzeit t_e dar. Zur Ermittlung der Impulslaufzeit t_e ist daher der Empfangszeitpunkt t_r zu ermitteln. Dieser ist definitionsgemäß gleich demjenigen Zeitpunkt, der im Schwerpunkt des Empfangssignals R also im Schwerpunkt des Impulses R1 liegt. Dieser dem Schwerpunkt des Empfangssignals R entsprechende Zeitpunkt t_r läßt sich nach folgender Gleichung berechnen

$$t_r = \frac{\int t \cdot R dt}{\int R dt},$$

wobei R das Empfangssignal R darstellt und t die Zeit darstellt. Die Integration ist dabei über den gesamten Impuls R1 vorzunehmen.

Das Empfangssignal R kann auch weitere Impulse geringerer Amplitude aufweisen, die zu späteren Zeitpunkten auftreten und aus der Reflektion des Lichtimpulses an entfernten und damit weniger relevanten Objekten resultieren.

Figur 1c zeigt einen derartigen weiteren Impuls R2. Dieser kann die Messung verfälschen, wenn das gesamte Empfangssignal R der Ermittlung des Empfangszeitpunkts zugrundegelegt wird. Als Empfangszeitpunkt würde man dann statt den in Figur 1b gezeigten Zeitpunkt t_r den von diesem Zeitpunkt stark abweichenden Zeitpunkt t_{r0} erhalten. Um diesen Fehler gering zu halten, wird das Maximum r_m des Empfangssignals R ermittelt, ein um das Maximum r_m herum liegender begrenzter Zeitbereich t_a ausgewählt und lediglich der in diesem Zeitbereich t_a liegende Anteil des Empfangssignals R der Ermittlung des Empfangszeitpunkts t_r zugrundegelegt. Das heißt, bei der Ermittlung des Zeitpunkts t_r gemäß der o.g. Gleichung wird die Integration lediglich über den Zeitbereich t_a vorgenommen. Dadurch erhält man für die beiden in den Figuren 1b und 1c dargestellten Verläufe des Empfangssignals R nur geringfügig voneinander abweichende Empfangszeitpunkte t_r .

Die Impulslaufzeit t_e ist ein Maß des Abstands zu dem den Lichtimpuls reflektierenden Objekt. Aus ihr läßt sich der Objektabstand d nach der Gleichung $d = c \cdot t_e / 2$ berechnen, wobei c die Lichtgeschwindigkeit darstellt. Durch zyklische Wiederholung der Messung erhält man dann eine Reihe von Objektabstandswerten, die den Bewegungsverlauf des Objekts relativ zum Kraftfahrzeugs repräsentieren. Es ist denkbar, während eines Zyklus mehrere Lichtimpulse auszusenden, aus den resultierenden Empfangssignalen durch Mittlung ein gemitteltes Empfangssignal zu erzeugen und den Empfangszeitpunkt t_r aus diesem gemittelten Empfangssignal zu ermitteln. Hierdurch wird das Signal-Rausch-Verhältnis des Meßergebnisses verbessert.

Figur 2 zeigt einen beispielhaften Verlauf von Objektabstandswerten $d(i)$ eines sich dem Fahrzeug nähernden Objekts. Diese Objektabstandswerte $d(i)$ werden jeweils nach Ablauf eines Zyklus, d. h. zu Zeitpunkten $t(i)$ ermittelt. Die Zeitpunkte $t(i)$ sind jeweils um eine vorgegebene Zyklusperiode T_c voneinander beabstandet. Der Index i stellt einen Laufindex dar. Die Figur zeigt noch ein Abstandsband ΔX , das in dem für

die Pre-Crash-Erkennung relevanten Nahbereich des Kraftfahrzeugs liegt und das durch einen oberen Abstandsschwellwert X_o und einen unteren Abstandsschwellwert X_u begrenzt wird. Von den dargestellten Objektabstandswerten $d(i)$ liegen die Werte $d(k)$ bis $d(m)$ oberhalb des Abstandsband ΔX , die Werte $d(m+1)$ bis $d(n)$ innerhalb des Abstandsband ΔX und die übrigen Werte unterhalb des Abstandsband ΔX .

Die Ermittlung der Relativgeschwindigkeit v des Objekts basiert auf der Identifizierung zweier Objektabstandswerte $d(i)$, und zwar auf der Identifizierung des letzten vor dem Eintritt in das Abstandsband ΔX ermittelten Objektabstandswerts $d(i)$, im vorliegenden Fall also des Objektabstandswerts $d(m)$, und des ersten nach dem vollständigen Durchlaufen des Abstandsband ΔX ermittelten Objektabstandswerts $d(i)$, im vorliegenden Fall also des Objektabstandswerts $d(n+1)$, sowie auf dem Zählen der jeweils eine Zyklusperiode T_c dauernden Zyklen, innerhalb derer der Objektabstand $d(i)$ sich von dem einen identifizierten Objektabstandswert $d(m)$ zu dem um eine Differenz Δd geringeren anderen identifizierten Objektabstandswert $d(n+1)$ verringert. Das Produkt aus der Anzahl z der gezählten Zyklen und der Zyklusperiode T_c stellt die Zeit Δt dar, innerhalb derer der Objektabstand $d(i)$ sich um die Differenz Δd verringert. Die gesuchte Relativgeschwindigkeit v läßt sich daher nach der Gleichung $v = \Delta d / \Delta t$ mit $\Delta d = d(m) - d(n+1)$ und $\Delta t = z \cdot T_c$ berechnen.

Der Algorithmus zur Ermittlung der Relativgeschwindigkeit v wird nachfolgend anhand des in den Figuren 3a bis 3c gezeigten Flußdiagramms näher erläutert. Figur 3a zeigt dabei die Verfahrensschritte zur Ermittlung eines Objektabstandswerts $d(i)$. Es versteht sich von selbst, daß der Verlauf des Empfangssignals R hierbei durch eine Reihe von digitalen Abtastwerten repräsentiert wird. Die Abtastwerte erhält man dabei als Ergebnis einer Abtastung des Empfangssignals R mit nachfolgender Analog-Digital-Wandlung.

Der Algorithmus ist ein Unterprogramm, das nach der Erfassung des Empfangssignals R von einem Betriebssystem aufgerufen wird. Gemäß Figur 3a erfolgt der Aufruf im Schritt 100. Im nachfolgenden Schritt 101 werden dann Daten initialisiert, insbesondere werden die das Empfangssignal R repräsentierenden Abtastwerte in entsprechende Variablen eingelesen. Im nächsten Schritt 102 wird dann das Maximum r_m des Empfangssignals R ermittelt. Anschließend wird im Schritt 103 geprüft, ob das Maximum r_m kleiner als ein vorgegebener Rauschpegel r_n ist. Trifft dies zu,

wird zu Schritt 104 ansonsten zu Schritt 105 verzweigt. Im Schritt 104 wird der aktuelle Objektabstandswert $d(i)$ auf einen Abstandsvorgabewert d_0 gesetzt. Im Schritt 105 wird eine Rauschunterdrückung vorgenommen, indem die das Empfangssignal R repräsentierenden Abtastwerte jeweils um einen durch den Rauschpegel r_n bestimmten Rauschanteil reduziert werden. Im nachfolgenden Schritt 106 wird der Empfangszeitpunkt t_r in der anhand der Figur 1c beschriebenen Weise berechnet. Das heißt, es wird der Zeitpunkt berechnet, der dem Schwerpunkt eines ausgewählten Abschnitts des Empfangssignals R entspricht, wobei der Abschnitt derart gewählt wird, daß das Maximum r_m in dessen Mittel liegt. Im nachfolgenden Schritt 107 wird dann die Impulslaufzeit t_e als Differenz zwischen dem ermittelten Empfangszeitpunkt t_r und dem bekannten Sendezeitpunkt t_s berechnet. Es ist zudem denkbar, hierbei auch eine ggf. vorhandene Temperaturabhängigkeit des Sendezeitpunkts t_s zu kompensieren. Dies setzt voraus, daß der Einfluß von Temperaturänderungen auf den Sendezeitpunkt t_s bekannt ist und daß die Temperatur der den Lichtimpuls aussendenden Strahlungsquelle erfaßt wird. Die Impulslaufzeit t_e wird in den nachfolgenden Schritten unmittelbar oder nach einer Skalierung mit einem Proportionalitätsfaktor als der in einem Zyklus ermittelte Objektabstand $d(i)$ behandelt.

Den Schritten 107 und 104 folgt gemäß Figur 3b über die Verbindungsstelle 108 der Schritt 200. Im Schritt 200 wird geprüft, ob der aktuelle Objektabstandswert $d(i)$ ein gültiger Wert ist, d. h. ob er ungleich dem Abstandsvorgabewert d_0 ist, und ob der aktuelle Objektabstandswert $d(i)$ größer als der obere Abstandsschwellwert X_0 ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, wird über Schritt 201 zu Schritt 202 ansonsten direkt zu Schritt 202 verzweigt. Im Schritt 201 wird eine Initialisierung vorgenommen, und zwar wird ein Zyklenzähler z auf den Wert 1 gesetzt, die Geschwindigkeit v auf einen Geschwindigkeitsvorgabewert v_0 gesetzt, ein Fehlerzähler Err auf den Wert 0 gesetzt und der aktuelle Objektabstandswert $d(i)$ als Merkwert d_1 zwischengespeichert. Im Schritt 202 wird geprüft, ob seit Beginn der Messung eine Initialisierung gemäß Schritt 201 bereits durchgeführt wurde und ob der aktuelle Objektabstandswert $d(i)$ zwischen den Abstandsschwellwerten X_0 und X_u , d. h. innerhalb des Abstandsbands ΔX liegt. Treffen diese Bedingungen zu, wird über Schritt 203 zu Schritt 204 ansonsten direkt zu Schritt 204 verzweigt. Im Schritt 203 wird der Zyklenzähler z um 1 inkrementiert. Im Schritt 204 wird dann geprüft, ob der Zyklenzähler z größer als 1 ist. Trifft dies zu, d. h. wurde seit Beginn der Messung bereits ein gültiger oberhalb des oberen Abstandsschwellwerts X_0 liegender Objektabstandswert und anschließend ein innerhalb des Abstandsbands ΔX liegender Objektabstandswert

ermittelt, wird zu Schritt 205 ansonsten über die Verbindungsstelle 210 zu Schritt 300 verzweigt. In Schritt 205 wird geprüft, ob der aktuelle Objektabstandswert $d(i)$ sich von dem vorherigen Objektabstandswert $d(i-1)$ betragsmäßig um mehr als um einen vorgegebenen Schwellwert d_s unterscheidet. Trifft dies zu, wird zu Schritt 207 ansonsten über Schritt 206 zu der Verbindungsstelle 210 verzweigt. Im Schritt 206 wird der Fehlerzähler Err auf 0 gesetzt, im Schritt 207 wird er hingegen um 1 inkrementiert. Nach Schritt 207 wird im Schritt 208 geprüft ob der Fehlerzähler Err größer als ein vorgegebener Wert E_{max} ist. Ist diese Bedingung erfüllt, was dann der Fall ist, wenn eine dem Wert E_{max} entsprechende Anzahl von aufeinanderfolgenden Objektabstandswerten sich vom jeweils vorherigen Objektabstandswert betragsmäßig um mehr als um den Schwellwert d_s unterscheiden, wird über Schritt 209 zur Verbindungsstelle 210 ansonsten direkt zur Verbindungsstelle 210 verzweigt. Im Schritt 209 werden der Zyklenzähler z und der Fehlerzähler Err auf 0 gesetzt, was der Beendigung der aktuellen Messung und dem Beginn einer neuen Messung entspricht.

Gemäß Figur 3c folgt auf die Verbindungsstelle 210 der Schritt 300, in welchem geprüft wird, ob der Zyklenzähler z größer als 1 ist und ob der aktuelle Objektabstandswert $d(i)$ unterhalb des unteren Abstandsschwellwert X_u liegt. Treffen dies Bedingungen zu, wird über Schritt 301 zu Schritt 302 ansonsten direkt zu Schritt 302 verzweigt. In Schritt 301 wird die Geschwindigkeit v in der anhand Figur 2 beschriebenen Weise berechnet, d. h. es wird der Wert $v = K \cdot (d_1 - d(i)) / z$ berechnet, wobei K einen Skalierungsfaktor darstellt, d_1 den in Schritt 201 als Merkwert zwischengespeicherten Objektabstand darstellt, $d(i)$ den aktuellen Objektabstandswert darstellt und z den aktuellen Stand des Zyklenzählers z darstellt. Der aktuelle Stand des Zyklenzählers ist dabei gleich der Anzahl der Zyklen, innerhalb derer der Objektabstand sich von dem Merkwert d_1 bis zum aktuellen Objektabstandswert $d(i)$ verringert hat. In Schritt 302 wird geprüft, ob die Geschwindigkeit v gemäß Schritt 301 bereits berechnet wurde, was dann der Fall ist, wenn der Geschwindigkeitswert v ungleich dem Geschwindigkeitsvorgabewert v_0 ist, und es wird ferner geprüft, ob der aktuelle Objektabstandswert $d(i)$ größer als der untere Abstandsschwellwert X_u ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, wird über Schritt 303 ansonsten über Schritt 304 zu Schritt 305 verzweigt. In Schritt 303 wird der Geschwindigkeitswert v auf den Geschwindigkeitsvorgabewert v_0 gesetzt. In Schritt 304 wird der berechnete Geschwindigkeitswert v solange unveränderbar gemerkt, bis der Objektabstand wieder ansteigt. Zweck dieses Schrittes ist es, zu verhindern, daß der einmal ermittelte

Geschwindigkeitswert v unmittelbar nach einer Kollision des Fahrzugs mit dem sich ihm nähernden Objekt aktualisiert wird, weil ein nach der Kollision ermittelter Geschwindigkeitswert fehlerhaft sein könnte und die Auslösekriterien für die Rückhaltmittel bei der Auswertung fehlerhafter Geschwindigkeitswerte falsch gesetzt werden könnten. In nachfolgenden Schritt 305 werden die ermittelten Objektabstands- und Geschwindigkeitswerte an ein Airbagsteuergerät übergeben, das anhand der übergebenen Werte die Gefahr einer drohenden Kollision abschätzt und die Auslösekriterien der Rückhaltmittel in Abhängigkeit der abgeschätzten Kollisionsgefahr setzt. Mit dem nächsten Schritt 306 wird dann die aktuelle Messung beendet und zu dem Betriebsprogramm zurückgesprungen.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel basiert die Messung des Objektabstands auf der Ermittlung der Impulslaufzeit eines zum Objekt ausgesendeten und am Objekt reflektierten Lichtimpulses. Selbstverständlich lassen sich die Objektabstandswerte auch durch Auswertung der Impulslaufzeit von anderen Strahlungsarten, beispielsweise durch Auswertung der Laufzeit von Radarimpulsen oder Ultraschallimpulsen zu ermitteln.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der Relativgeschwindigkeit (v) eines Objekts, bei dem der Objektabstand ($d(i)$) des Objekts zyklisch jeweils nach Ablauf einer vorgegebenen Zyklusperiode (T_c) ermittelt wird und die Anzahl (z) der Zyklen ermittelt wird, innerhalb derer der Objektabstand ($d(i)$) sich soweit ändert, daß ein vorgegebenes Abstandsband (ΔX) vollständig durchlaufen wird, und bei dem aus der Differenz (Δd) zwischen dem vor dem Eintritt in das Abstandsband (ΔX) ermittelten Objektabstand ($d(m)$) und dem nach dem Austritt aus dem Abstandsband (ΔX) ermittelten Objektabstand ($d(n+1)$) und aus der ermittelten Anzahl (z) der Zyklen die Relativgeschwindigkeit (v) des Objekts berechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung der Relativgeschwindigkeit beendet und von neuem gestartet wird, wenn in einer bestimmten Anzahl (E_{max}) von aufeinanderfolgenden Zyklen Abstandswerte als Objektabstand ($d(i)$) ermittelt werden, die sich vom jeweils vorherigen Abstandswert um mehr als um einen vorgegebenen Schwellwert (ds) unterscheiden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein ermittelter Geschwindigkeitswert (v) solange unveränderbar gemerkt wird, bis der in einem Zyklus ermittelte Objektabstand ($d(i)$) gegenüber dem im vorherigen Zyklus ermittelten Objektabstand ansteigt.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der in einem Zyklus ermittelte Objektabstand ($d(i)$) durch Messung der Impulslaufzeit (t_e) eines in einen Meßraum ausgesendeten und aus dem Meßraum zurückreflektierten Lichtimpulses ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung der Impulslaufzeit (t_e) des ausgesendeten und zurückreflektierten Lichtimpulses ein Empfangszeitpunkt (t_r) als Zeitpunkt des Empfangs des zurückreflektierten Lichtimpulses ermittelt wird, indem der zurückreflektierte Lichtimpuls zur Erzeugung eines Emp-

fangssignals (R) detektiert wird und ein dem Schwerpunkt des Empfangssignals (R) entsprechender Zeitpunkt (t_r) als Empfangszeitpunkt (t_r) des zurückreflektierten Lichtimpulses ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Maximum (r_m) des Empfangssignal (R) ermittelt wird und daß lediglich ein um das Maximum (r_m) herum liegender Zeitbereich (t_a) des Empfangssignal (R) der Ermittlung des Empfangszeitpunkts (t_r) des zurückreflektierten Lichtimpulses zugrunde gelegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Empfangszeitpunkt (t_r) des zurückreflektierten Lichtimpulses lediglich dann ermittelt wird, wenn das Maximum (r_m) des Empfangssignals (R) oberhalb eines vorgegebenen Rauschpegels (r) liegt.

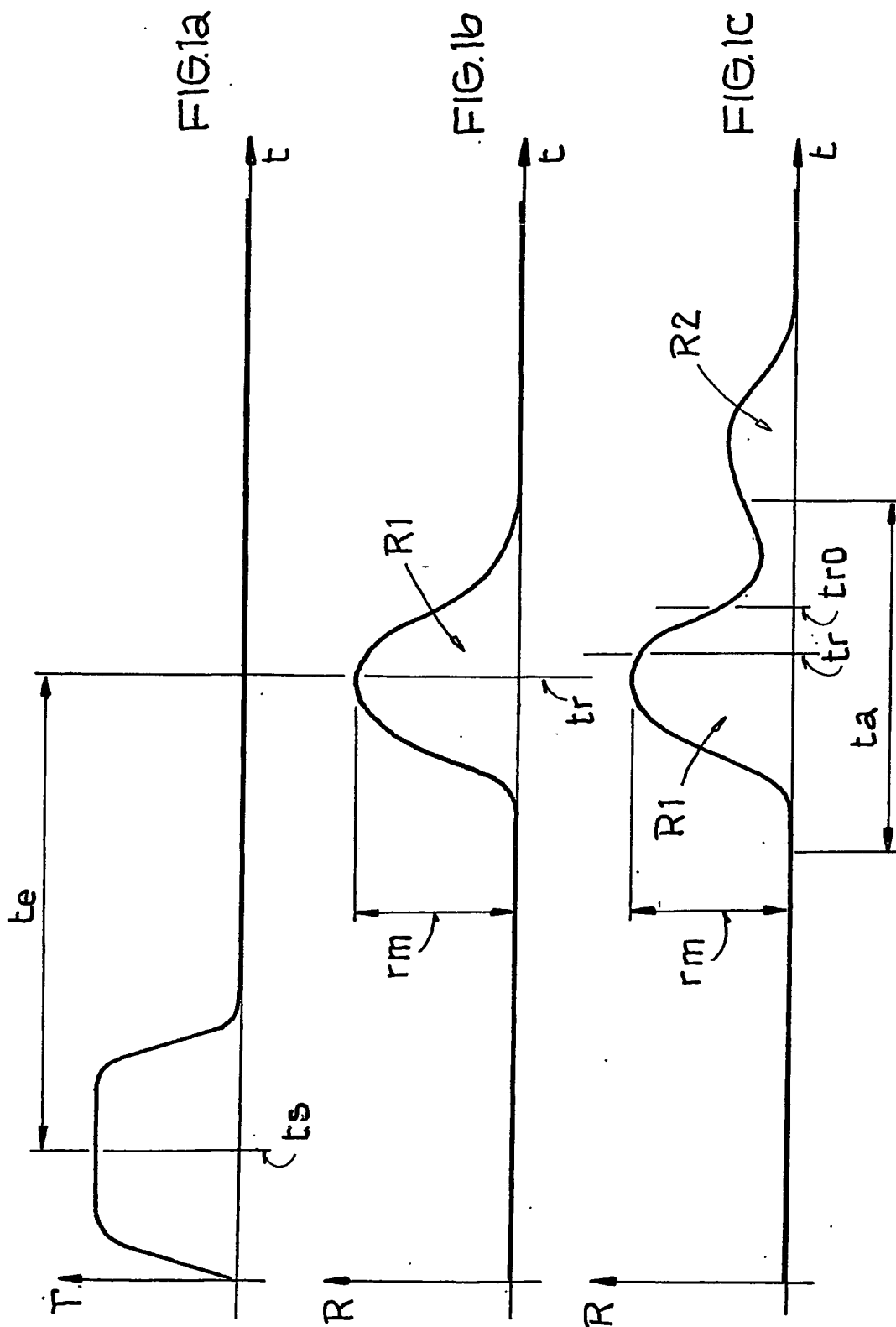
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Empfangssignal (R) oder der der Ermittlung des Empfangszeitpunkts (t_r) zugrundegelegte Zeitbereich (t_a) des Empfangssignals (R) vor der Ermittlung des Empfangszeitpunkts (t_r) um einen vorgegebenen Rauschanteil reduziert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Temperaturkompensation zur Reduzierung von temperaturabhängigen Störbeiträgen aus der Impulslaufzeit (t_e) vorgenommen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtimpulse in unterschiedliche jeweils einen Kanal darstellende Raumabschnitte des Meßraums ausgesendet werden und daß die zurückreflektierten Lichtimpulse kanalbezogen ausgewertet werden.

11. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche zum Erkennen einer drohenden Kollision eines Fahrzeugs mit einem sich dem Fahrzeug nähernden Objekt.

1/5



2/5

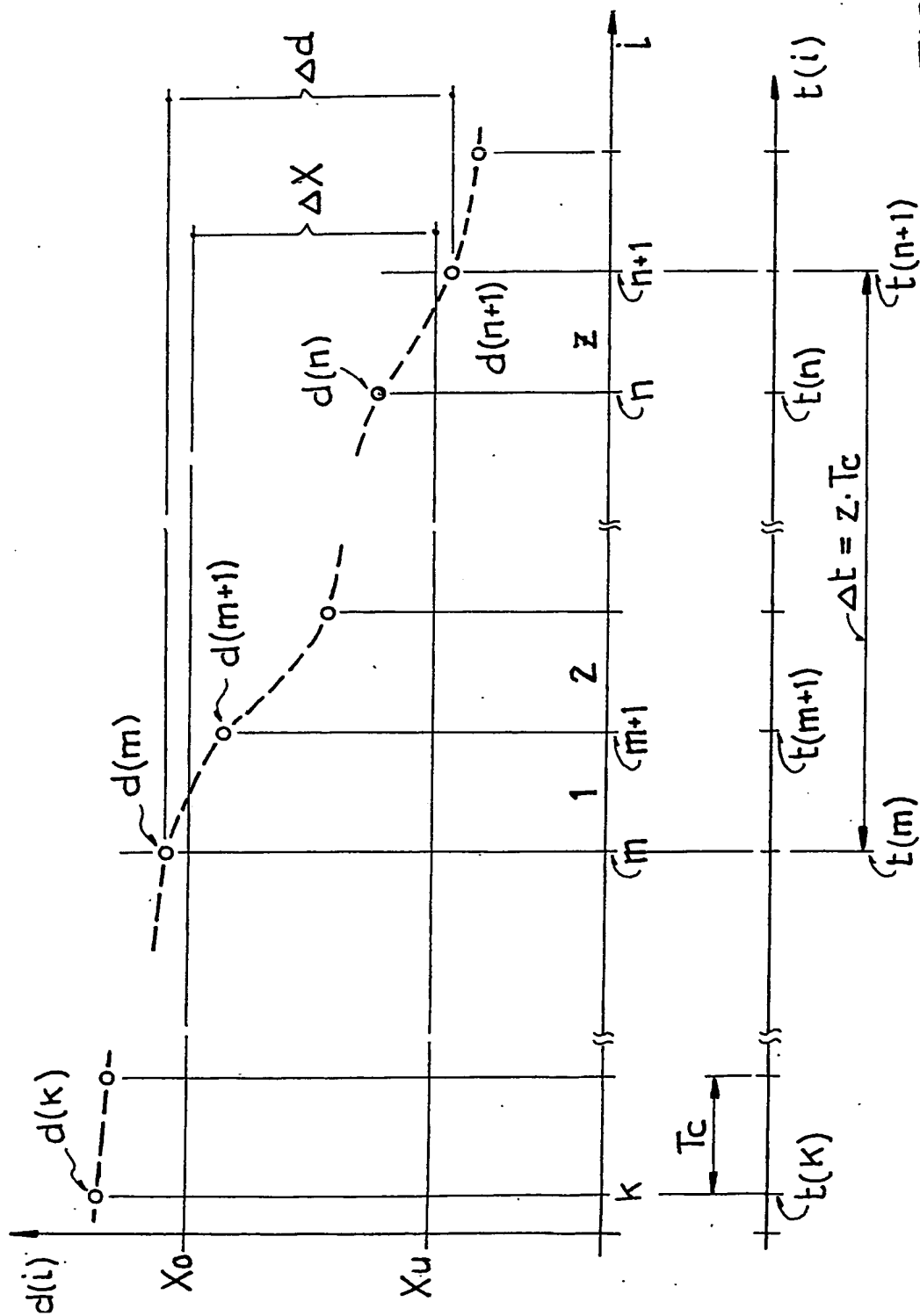


FIG. 2

3/5

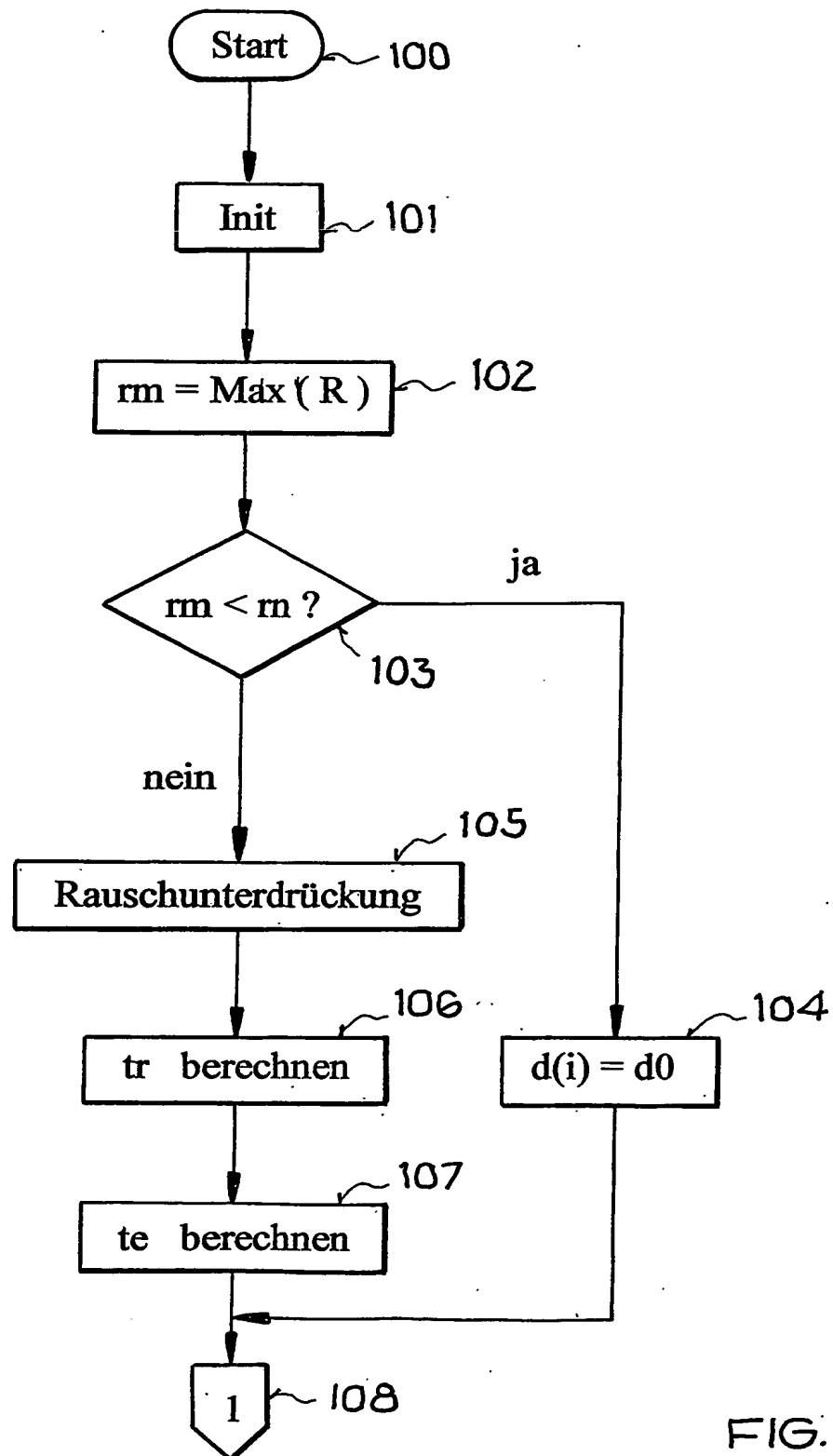


FIG. 3a

4/5

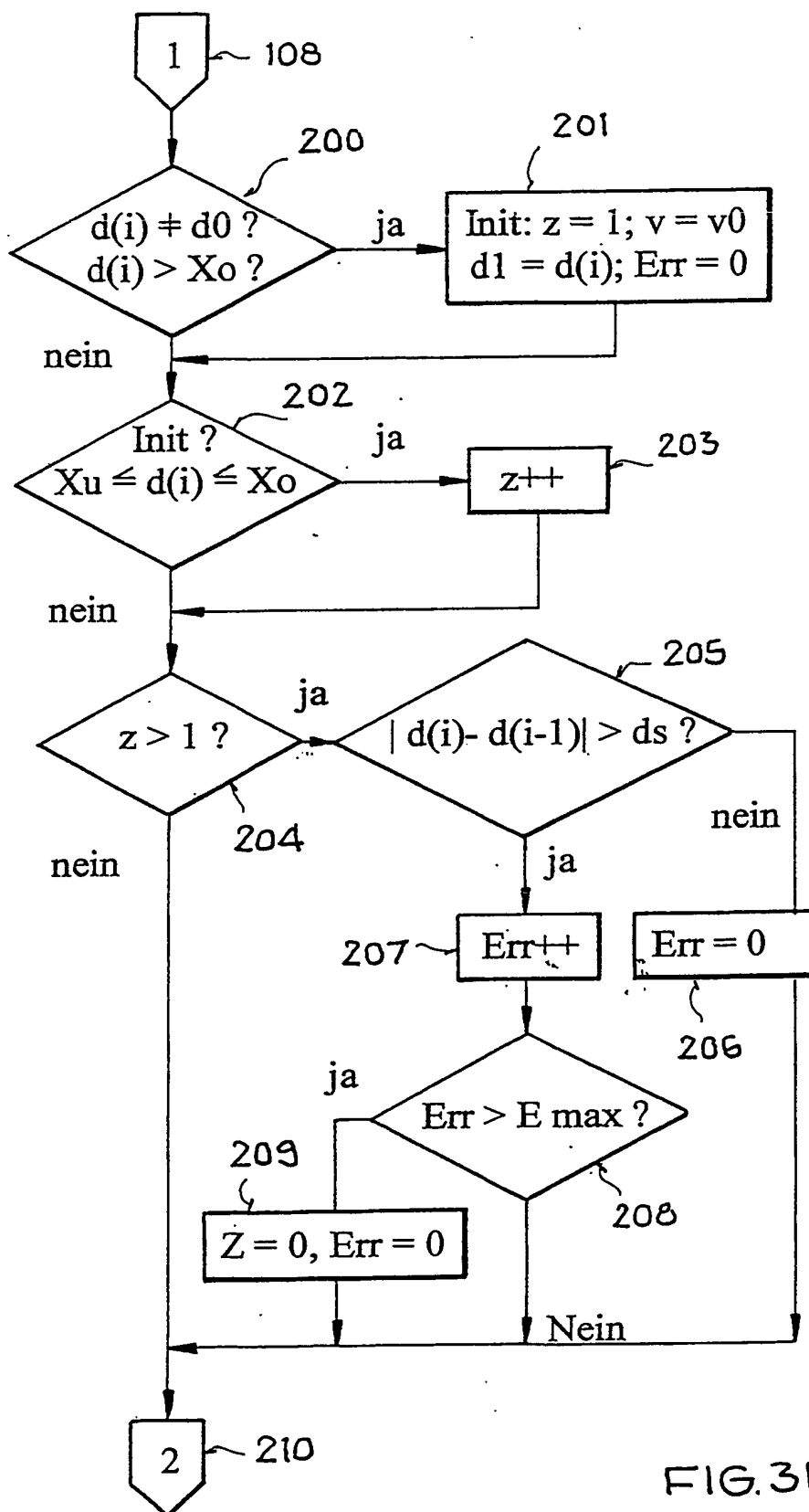


FIG. 3b

5/5

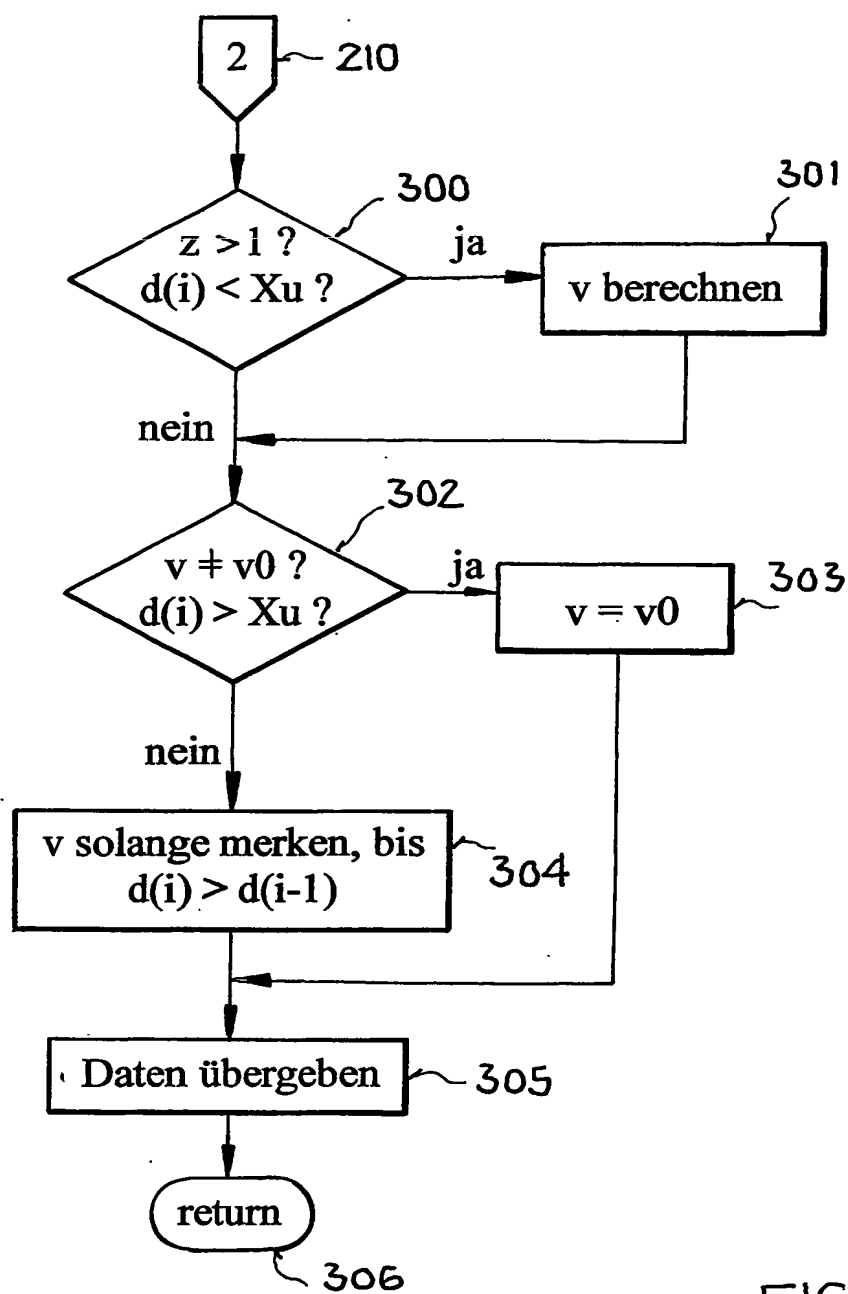


FIG. 3C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/00543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S17/58 G01S17/93

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 471 215 A (FUKUHARA HIROSHIGE ET AL) 28 November 1995 (1995-11-28) abstract column 5, line 47 -column 24, line 22; figures 1-32	1-3,11
A	US 5 621 514 A (PARANTO JOSEPH N ET AL) 15 April 1997 (1997-04-15) abstract column 2, line 35 -column 4, line 16; figure	1,11
A	DE 41 15 747 A (HIPPE JOHANN F) 19 November 1992 (1992-11-19) cited in the application	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 June 2003

Date of mailing of the international search report

26/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Blonde1, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/00543

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5471215	A	28-11-1995	DE 4422633 A1	16-02-1995
			JP 2853578 B2	03-02-1999
			JP 7072237 A	17-03-1995
			US 5565870 A	15-10-1996
US 5621514	A	15-04-1997	NONE	
DE 4115747	A	19-11-1992	DE 4115747 A1	19-11-1992

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/00543

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01S17/58 G01S17/93

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 471 215 A (FUKUHARA HIROSHIGE ET AL) 28. November 1995 (1995-11-28) Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 47 -Spalte 24, Zeile 22; Abbildungen 1-32	1-3,11
A	US 5 621 514 A (PARANTO JOSEPH N ET AL) 15. April 1997 (1997-04-15) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 35 -Spalte 4, Zeile 16; Abbildung	1,11
A	DE 41 15 747 A (HIPPE JOHANN F) 19. November 1992 (1992-11-19) in der Anmeldung erwähnt	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Juni 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/06/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Blonde1, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE 03/00543

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5471215	A	28-11-1995	DE	4422633 A1	16-02-1995
			JP	2853578 B2	03-02-1999
			JP	7072237 A	17-03-1995
			US	5565870 A	15-10-1996
US 5621514	A	15-04-1997	KEINE		
DE 4115747	A	19-11-1992	DE	4115747 A1	19-11-1992